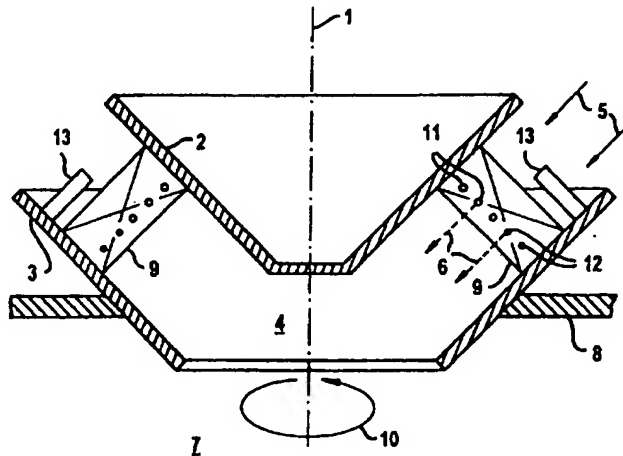



 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 6 : F23C 7/00	A2	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 98/11383 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 19. März 1998 (19.03.98)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE97/01852 (22) Internationales Anmeldedatum: 26. August 1997 (26.08.97) (30) Prioritätsdaten: 196 36 556.2 9. September 1996 (09.09.96) DE 196 40 818.0 2. Oktober 1996 (02.10.96) DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D-80333 München (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BECKER, Bernard [DE/DE]; Lothringer Weg 2 n, D-45481 Mülheim (DE).		(81) Bestimmungsstaaten: CN, CZ, JP, KR, RU, UA, US, eu- ropäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Veröffentlicht <i>Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.</i>
(54) Title: PROCESS AND DEVICE FOR BURNING FUEL IN AIR (54) Bezeichnung: VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR VERBRENNUNG EINES BRENNSTOFFS IN LUFT (57) Abstract A process and device are disclosed for burning fuel (6) in air. The device has a ring-shaped channel (4) for guiding air in a meridional stream (5) with respect to an axis (1), a swirl grid (9) for impressing a swirl (10) onto the stream (5) and means (11, 12, 16) for mixing fuel (6) into the stream (5) and forming a substantially homogeneous mixture. Also provided is a means (13, 17, 18) for slowing down a part of the stream (5) which is external in the radial direction from the axis (1) with respect to other parts of the stream (5). The device is in particular designed as a premixture burner, for use for example in a gas turbine installation. (57) Zusammenfassung Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung sowie ein Verfahren zur Verbrennung eines Brennstoffs (6) in Luft. Die Vorrichtung umfaßt einen Ringkanal (4) zur Führung der Luft in einem bezüglich einer Achse (1) meridionalen Strom (5), ein Drallgitter (9) zur Aufprägung eines Dralls (10) auf den Strom (5) und ein Mittel (11, 12, 16) zur Einmischung des Brennstoffs (6) in den Strom (5) unter Bildung eines im wesentlichen homogenen Gemischs. Weiter vorhanden ist ein Mittel (13, 17, 18) zur Verzögerung eines bezüglich der Achse (1) radial außenliegenden Teils des Stroms (5) gegenüber anderen Teilen des Stroms (5). Die Vorrichtung ist insbesondere gestaltet als Vormischbrenner, beispielsweise zur Verwendung in einer Gasturbinenanlage.		



LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauritanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

Beschreibung

Vorrichtung und Verfahren zur Verbrennung eines Brennstoffs in Luft

5

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Verbrennung eines Brennstoffs in Luft, umfassend:

einen Ringkanal zur Führung der Luft in einem bezüglich einer Achse meridionalen Strom;

- 10 ein Drallgitter zur Aufprägung eines Dralls auf den Strom;
und ein Mittel zur Einmischung des Brennstoffs in den Strom unter Bildung eines im wesentlichen homogenen Gemischs.

- Außerdem betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Verbrennung
15 eines Brennstoffs in Luft, bei dem die Luft in einem eine Achse umringenden, sich bezüglich der Achse meridional und mit einem Drall fortsetzenden Strom bereitgestellt und im wesentlichen homogen mit Brennstoff vermischt wird unter Bildung eines Gemisches, das zur Verbrennung des Brennstoffs
20 entzündet wird.

- Eine solche Vorrichtung ist unter der Bezeichnung "Vormischbrenner" den einschlägig bewanderten und tätigen Personen bekannt, wobei die Bezeichnung bereits darauf hinweist, daß der
25 Brennstoff erst mit einem gewissen zeitlichen Abstand nach seiner Einmischung in die zur Verbrennung bereitgestellte Luft verbrannt wird. Auch das Verfahren ist den einschlägig bewanderten und tätigen Personen bekannt als dasjenige Verfahren, welches beim Betrieb eines üblichen Vormischbrenners
30 abläuft.

- Beim Betrieb eines üblichen Vormischbrenners wird unter Erhöhung der Zufuhr von Brennstoff zu dem Brenner oftmals ein Zustand erreicht, bei dem die Verbrennung instabil wird und in
35 der Anlage, in welche er eingebaut ist, akustische Schwingun-

gen hervorruft. Diese akustischen Schwingungen sind unter dem Begriff "Verbrennungsschwingungen" bekannt. Die Verbrennungsschwingungen können so stark werden, daß sie den Betrieb des Vormischbrenners und der Anlage, deren Bestandteil der Vormischbrenner ist, gefährden. Die Neigung eines Vormischbrenners zur Ausbildung einer instabilen Verbrennung wird um so stärker, je homogener das in dem Vormischbrenner vor der Verbrennung gebildete Gemisch aus Brennstoff und Luft ist. Ein möglichst homogenes Gemisch ist allerdings erwünscht im Hinblick darauf, daß die Produktion von Stickoxiden bei der Verbrennung um so geringer ist, je homogener das Gemisch ist. Ist das Gemisch vollkommen homogen, so nimmt die bei der Verbrennung des Gemisches auftretende maximale Temperatur ein Minimum an, und es ist genau dieser Effekt, welcher für die dann besonders geringen Produktion von Stickoxiden wesentlich ist.

Eine solche Vorrichtung und ein solches Verfahren sind auch bekannt aus der EP 0 193 838 B1 oder der EP 0 589 520 B1.

20

Zur Stabilisierung der Verbrennung eines Vormischbrenners ist vorgeschlagen worden, das dem Brenner entströmende und sich entzündende Gemisch mit einem Schleier von Luft einzuhüllen und somit zu verhindern, daß sich in Randbereichen des Gemisches Wirbel ausbilden, in denen Verbrennungsprozesse stattfinden, von denen anzunehmen ist, daß sie wesentlich zur Destabilisierung der Verbrennung beitragen. Ein Nachteil der vorgeschlagenen Maßnahme ist allerdings darin zu sehen, daß die Luft, die zur Einhüllung des Gemisches verwendet wird, dem eigentlichen Verbrennungsvorgang entzogen werden muß. Liegt die mit dem Vormischbrenner freizusetzende thermische Leistung fest, so liegt auch die dabei einzusetzende Menge an Brennstoff im wesentlichen fest, und ein Abzug von Luft zur Stabilisierung der Verbrennung bedeutet, daß die eigentliche Verbrennung in Anwesenheit einer verringerten Menge an Luft

3

stattfinden und angesichts dessen, daß die Verbrennung in der Regel, insbesondere in einer Gasturbinenanlage, unter Luftüberschuß erfolgt, mit einer deutlich erhöhten Maximaltemperatur und damit mit einer deutlich erhöhten Bildung von Stickoxiden ablaufen muß.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Maßnahme zur Stabilisierung des Verbrennungsprozesses bei einem Vormischbrenner anzugeben, bei der es nicht erforderlich ist, dem Verbrennungsprozeß einen Teil der zur Verfügung stehenden Luft zu entziehen. Diese Maßnahme soll sowohl in einer Vorrichtung als auch in einem Verfahren verkörpert sein.

Zur Lösung der Aufgabe im Hinblick auf eine Vorrichtung angegeben wird erfindungsgemäß eine Vorrichtung zur Verbrennung eines Brennstoffs in Luft, umfassend: einen Ringkanal zur Führung der Luft in einem bezüglich einer Achse meridionalen Strom;

ein Drallgitter zur Aufprägung eines Dralls auf den Strom;

und

ein Mittel zur Einmischung des Brennstoffs in den Strom unter Bildung eines im wesentlichen homogenen Gemischs;

gekennzeichnet durch ein Mittel zur Verzögerung eines bezüglich der Achse radial außenliegenden Teils des Stroms gegenüber anderen Teilen des Stroms.

Gemäß der Erfindung wird die Verteilung der Geschwindigkeit in dem Strom, wenn dieser aus der Vorrichtung austritt, ungleichmäßig in bezüglich der Achse radialer Richtung gestaltet, dabei aber die Homogenität des Gemisches aus Luft und Brennstoff in dem Strom beibehalten. Die Ungleichmäßigkeit in der Verteilung der Geschwindigkeit in dem Strom kann dabei die meridionale Komponente der Geschwindigkeit, die tangentielle Komponente der Geschwindigkeit oder beide Komponenten der Geschwindigkeit betreffen. Dies erfolgt dadurch, daß der

4

Strom in dem Ringkanal lokal gestört wird mittels eines entsprechenden Hindernisses in Form eines Siebes oder dergleichen, welches an entsprechender Stelle in dem Ringkanal angeordnet wird.

5

Ob der als solche Vorrichtung im Einzelfall verkörperte Vormischbrenner einer Stabilisierung durch eine sogenannte Pilotflamme bedarf, wie aus dem zitierten Stand der Technik bekannt, und ob diese Pilotflamme im Zentrum oder am Außenumfang des Stroms angeordnet ist, oder ob der Vormischbrenner überhaupt ohne Pilotflamme auskommt, ist vorliegend von untergeordneter Bedeutung. Gleiches gilt für die Ausgestaltung des Drallgitters; dies kann entsprechend den Anforderungen des jeweiligen Einzelfalls ein axiales, radiales oder diagonales Drallgitter sein. Auch Einzelheiten der Zufuhr des Brennstoffs sind vorliegend von untergeordneter Bedeutung; grundsätzlich kann die Zufuhr des Brennstoffs in beliebiger Weise erfolgen, beispielsweise über Düsen in Leitschaufeln des Drallgitters oder separate Mischeinrichtungen vor oder
10
15
20 hinter dem Drallgitter.

Das Mittel zur Verzögerung des bezüglich der Achse radial außenliegenden Teils des Stroms gegenüber anderen Teilen des Stroms erzeugt in dem Strom einen lokalen Druckverlust, der
25 bewirkt, daß hinter dem Mittel eine geringere Strömungsgeschwindigkeit herrscht als in den von dem Mittel unbeeinflussten Teilen des Stroms. Es versteht sich, daß das Mittel zur Einmischung des Brennstoffs in den Strom für die erforderliche Homogenität des erzeugten Gemisches ausgelegt sein muß;
30 es kann erforderlich sein, die Zufuhr von Brennstoff zu dem verzögerten Teil des Stroms im Vergleich zur Zufuhr zu den anderen Teilen des Stroms entsprechend zu reduzieren.

Durch die ungleichmäßige Verteilung der Geschwindigkeit in
35 dem Strom wird erreicht, daß das Gemisch nicht an allen Stel-

5

len des Stroms gleichzeitig zündet. Die durch die Verbrennung in dem Gemisch hervorgerufene Expansion erfolgt somit nicht schlagartig, sondern über ein gewisses Zeitintervall verteilt. Dadurch wird die Neigung zur Instabilität wesentlich
5 reduziert.

Da der Strom in seinem äußeren Bereich langsamer ist als in seinem inneren, wird außerdem die Neigung zur Ausbildung von Wirbeln reduziert, was ebenfalls wesentlich beiträgt zur Sta-
10 bilisierung der Verbrennung. Zu einer Erhöhung der Maximaltemperatur bei der Verbrennung kommt es allerdings nicht, da die gesamte verfügbare Luft zur Verbrennung des Brennstoffs ausgenutzt wird.

15 Eine erste besonders bevorzugte Weiterentwicklung der Vorrichtung zeichnet sich dadurch aus, daß das vorgesehene Mittel zur Verzögerung eines bezüglich der Achse radial außen liegenden Teils des Stroms bezüglich der Achse kreissymmetrisch ist, so daß der von dem Mittel verzögerte Teil des
20 Stroms ebenfalls bezüglich der Achse kreissymmetrisch ist. Der gesamte Strom ist somit eingehüllt von einem gegenüber anderen Teilen deutlich verlangsamten Teil. Dieser verlangsamte Teil ist daher bestimmend für die aerodynamischen Verhältnisse an einer Grenzfläche zwischen dem aus der Vorrichtung
25 ausgetretenen Strom und brennstofffreier Luft, was aufgrund eines durch die Verzögerung bedingten verringerten Geschwindigkeitsgradienten zu einer Unterdrückung der Wirbelbildung und damit zur akustischen Stabilisierung einer in dem Strom bewirkten Verbrennung führt.

30

Das kreissymmetrische Mittel zur Verzögerung ist vorzugsweise ein in dem Ringkanal angeordneter und einen bezüglich der Achse radial außenliegenden Teil des Ringkanals überreichender Drosselring, welcher insbesondere stromaufwärts des
35 Drallgitters angeordnet ist. Dieser Drosselring ist weiterhin

vorzugsweise aus in dem Ringkanal angeordneten und um die Achse gleichmäßig verteilten Drosselementen, insbesondere Stäben, gebildet. Der Drosselring soll denjenigen Teil des Ringkanals, den er überreicht, nicht vollständig abdecken, sondern die Strömung durch diesen Teil lediglich androsseln. In jedem Fall wird der Drosselring daher funktionell wie ein Sieb auszugestalten sein.

Eine als Alternative besonders bevorzugte Weiterentwicklung der Vorrichtung zeichnet sich dadurch aus, daß das Mittel zur Verzögerung bezüglich der Achse gebrochen symmetrisch, insbesondere diskret symmetrisch, ausgestaltet ist. Unter einer gebrochen symmetrischen Anordnung wird dabei eine Anordnung verstanden, die von einer kreissymmetrischen Anordnung wesentlich verschieden ist und sich insbesondere dadurch auszeichnet, daß sie keine (kontinuierliche) Kreissymmetrie, sondern allenfalls eine diskrete Symmetrie, z.B. beschrieben durch eine endliche Symmetriegruppe, aufweist. Dieses gebrochen symmetrische Mittel führt also nicht dazu, daß der Strom eingehüllt wird von dem insgesamt und gleichmäßig verzögerten Teil, wie es sich bei der vorstehend beschriebenen ersten besonders bevorzugten Weiterentwicklung ergibt. Demgegenüber weist der Strom in einem außenliegenden Bereich Strahlen auf, die gegenüber anderen Teilen des Stroms verzögert sind. Diese langsamen Strahlen sind ebenfalls geeignet, die Bildung von Wirbeln, welche den Strom nach seinem Austritt aus der Vorrichtung einhüllen könnten, zu verhindern. Die langsamen Strahlen bilden nämlich lokale Störungen in dem Geschwindigkeitsfeld des Stroms aus, welche der Bildung von Wirbeln entgegenwirken und damit zu der gewünschten akustischen Stabilisierung einer in dem Strom erzeugten Flamme führen kann, wie bereits beschrieben.

7

Das gebrochen symmetrische Mittel zur Verzögerung ist vorzugsweise eine Anordnung aus ungleichmäßig um die Achse verteilten Drosselementen, insbesondere Stäben.

- 5 Das Mittel zur Einmischung des Brennstoffs ist vorzugsweise eine Anordnung von Düsen, wobei die Düsen in dem Drallgitter angeordnet sein können, insbesondere derart, daß sich die Düsen in Leitschaufeln des Drallgitters befinden.
- 10 Im Hinblick auf ein Verfahren wird zur Lösung der Aufgabe erfindungsgemäß angegeben ein Verfahren zur Verbrennung eines Brennstoffs in Luft, bei dem die Luft in einem eine Achse umringenden, sich bezüglich der Achse meridional und mit einem Drall fortsetzenden Strom bereitgestellt und im wesentlichen
- 15 homogen mit Brennstoff vermischt wird unter Bildung eines Gemisches, das zur Verbrennung des Brennstoffs entzündet wird, wobei vor der Entzündung ein bezüglich der Achse radial außenliegender Teil des Stroms gegenüber anderen Teilen des Stroms verzögert wird.
- 20 Die Vorzüge dieses Verfahrens erschließen sich aus den Ausführungen zur erfindungsgemäßen Vorrichtung und ihren Ausgestaltungen, worauf hiermit verwiesen wird.
- 25 Die Verzögerung des radial außen liegenden Teils des Stroms kann in einer bezüglich der Achse kreissymmetrischen Weise erfolgen; alternativ ist es möglich, die Verzögerung in einer bezüglich der Achse gebrochen symmetrischen Weise auszuführen. Einzelheiten dazu ergeben sich aus den vorstehenden Ausführungen zu den beiden besonders bevorzugten Weiterentwicklungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung, auf welche hiermit
- 30 verwiesen wird.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nunmehr anhand der

35 Zeichnung erläutert. Darin zeigen:

FIG 1 einen Längsschnitt durch eine Ausführungsform eines Vormischbrenners;

5 FIG 2 einen Längsschnitt durch einen Vormischbrenner des Standes der Technik;

FIG 3, 4 und 5 Ansichten von Ausführungsformen des Vormischbrenners.

10

In den Figuren der Zeichnung tragen einander entsprechende Komponenten der jeweils dargestellten Ausführungsbeispiele jeweils dasselbe Bezugszeichen.

15 Die Zeichnung ist nicht anzusehen als Darstellung konkret realisierter Ausführungsbeispiele und ist vereinfacht zur Herausstellung bestimmter Merkmale. Die aus der Zeichnung unmittelbar entnehmbaren Hinweise sind für die praktische Ausführung vervollständigbar im Rahmen der Kenntnisse und Fähigkeiten, die den einschlägig bewanderten und tätigen Personen zu Gebote stehen unter Berücksichtigung der diesem Hinweis vorangehenden Ausführungen.

25 Figur 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel der Vorrichtung gemäß der Erfindung, und Figur 2 zeigt zum Vergleich eine Ausführungsform im Sinne des in der Einleitung des vorliegenden Textes abgehandelten Vorschlags. Viele Komponenten sind in beiden Ausführungsformen vorhanden, und zur Erläuterung dieser Komponenten wird zunächst auf Figur 1 und Figur 2 gemeinsam
30 sam Bezug genommen.

Figur 1 bzw. Figur 2 zeigen jeweils einen Vormischbrenner mit einer Achse 1, einem zentrisch bezüglich der Achse 1 angeordneten Innenkörper 2 und einem ebenfalls zentrisch bezüglich
35 der Achse 1 angeordneten, den Innenkörper 2 umgebenden Außen-

körper 3. Zwischen dem Innenkörper 2 und dem Außenkörper 3 liegt ein Ringkanal 4, durch den ein Strom 5 von Luft geführt wird. Im Ringkanal 4 wird die Luft mit Brennstoff 6 vermischt unter Bildung eines Gemisches, welches in den Brennraum 7 einströmt und dort verbrennt. Eine Zündeinrichtung zur Zündung des Gemisches ist der Übersicht halber nicht dargestellt. Im Rahmen der üblichen Praxis, die für einen Brennraum 7 mehrere Vormischbrenner bevorzugt, bedarf es nicht etwa einer Zündeinrichtung für jeden Brenner, sondern es kann eine einzige Zündeinrichtung für alle Brenner ausreichen. In diesem Sinne ist eine Zündeinrichtung somit kein Bestandteil eines einzelnen Vormischbrenners, woraus sich auch rechtfertigt, daß eine Zündeinrichtung in den Figuren nicht dargestellt ist. Der Vormischbrenner ist eingelassen in eine Brennraumwand 8, welche den Brennraum 7 stromaufwärts des Stroms 5 abschließt. In dem Ringkanal 4 angeordnet ist ein Drallgitter 9 bestehend aus Leitschaufeln 9, welches dazu dient, dem Strom 5 einen Drall 10 aufzuprägen. Zur Zuführung des Brennstoffs 6 zu dem Strom 5 vorgesehen sind Düsen 11 und 12 in den Leitschaufeln 9. Mittel zur Zuführung des Brennstoffs 6 zu diesen Düsen 11 und 12 sind der Übersicht halber nicht dargestellt. Nicht dargestellt ist auch ein eventuell zum Betrieb des Vormischbrenners nützlicher oder erforderlicher Pilotbrenner, welcher eine besondere Flamme liefert, welche zur Stabilisierung der Verbrennung des Gemisches aus Luft und Brennstoff beiträgt. Ein solcher Pilotbrenner ist unter Umständen erforderlich, wenn der Vormischbrenner unter wechselnden Mischungsverhältnissen von Luft und Brennstoff betrieben werden soll, da ein Gemisch, welches vergleichsweise arm an Brennstoff ist, unter Umständen ohne Unterstützung nicht mehr zuverlässig zünden kann. Die Verwendung oder Nichtverwendung eines Pilotbrenners steht, wie bereits ausgeführt, im Ermessen der einschlägig bewanderten und tätigen Personen.

10

In Figur 1 ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung gezeigt. Im Rahmen dieses Ausführungsbeispiels ist vor dem Drallgitter 9 ein Drosselring 13 aus einzelnen, am Außenkörper 3 angebrachten und in den Ringkanal 4 hineinragenden Stäben vorgesehen. Diese Stäbe verursachen lokale Druckverluste in dem Strom 5 und führen dazu, daß der außenliegende Teil des Stromes 5, welcher nahe an dem Außenkörper 3 vorbeistreicht, gegenüber anderen Teilen des Stromes 5 verlangsamt oder verzögert wird. Diese Verlangsamung setzt sich fort durch den gesamten Ringkanal 4 und führt dazu, daß die Verteilung der Geschwindigkeit in dem Gemisch, welches in den Brennraum 7 abströmt, ungleichmäßig ist. Dies hat die bereits eingehend beschriebenen stabilisierenden Wirkungen auf die in dem Brennraum 7 stattfindende Verbrennung, auf deren vorstehende Erläuterung hiermit verwiesen wird. Die Zuführung des Brennstoffs 6 zu dem Strom 5 muß der ungleichmäßigen Verteilung der Geschwindigkeit in dem Strom 5 Rechnung tragen; deshalb sind zur Zuführung des Brennstoffs zu dem weitgehend unbeeinflussten Teil des Stroms große Düsen 11 und zur Zuführung des Brennstoffs 6 zu dem verlangsamteten Teil des Stroms 5 kleine Düsen 12 vorgesehen. Die Abmessungen dieser Düsen 11 und 12 sind so zu wählen, daß eine weitgehend homogene Verteilung des Brennstoffs in dem Strom erreicht und somit eine Verbrennung unter möglichst geringer Produktion von Stickoxiden gewährleistet ist. Den einschlägig bewanderten und tätigen Personen stehen zur entsprechenden Auslegung der Vorrichtung Rechenprogramme zur numerischen Modellierung des Stroms 5 zur Verfügung, unter deren Benutzung eine entsprechende Auslegung der Düsen 11 und 12 möglich ist.

30

Figur 2 zeigt eine Vorrichtung, bei der der Ringkanal 4 frei von drosselnden Einbauten ist. Dementsprechend bedarf es zur Zuführung des Brennstoffs 6 auch keiner verschieden großer Düsen; es sind nur große Düsen 11 vorgesehen. Um die mit dieser Vorrichtung bewirkbare Verbrennung zu stabilisieren, ist

35

11

eine den Außenkörper 3 umgebende Ringdüse 14 vorgesehen, aus welcher ein Teil der der Vorrichtung zugeführten Luft an dem Ringkanal 4 und dem Drallgitter 9 vorbei direkt in den Brennraum 7 geführt wird. Diese Luft bildet einen Schleier, welcher das Gemisch aus Luft und Brennstoff umhüllt und die Bildung von Wirbeln, welche die Verbrennung instabil machen könnten, verhindert. Nachteilig am Ausführungsbeispiel gemäß Figur 2 ist das Erfordernis, daß ein Teil der zur Verfügung stehenden Luft nicht zur Vermischung mit Brennstoff zur Verfügung steht. Dies bedeutet letztlich, daß die Vorrichtung in erhöhtem Maße Stickoxide produzieren muß, was in jedem Fall unerwünscht ist.

Figur 3 zeigt eine Teilansicht eines axialen Längsschnitts durch eine Variante der Vorrichtung nach Figur 1. Viele Komponenten dieser Vorrichtung stimmen überein mit den Komponenten der Vorrichtung gemäß Figur 1 und brauchen daher nicht erneut beschrieben zu werden. Von Bedeutung in Figur 3 ist, daß zur Zuführung des Brennstoffs 6 nicht mehr die Leitschaufeln 9 benutzt werden, sondern daß dafür separate Düsenrohre 15 vorgesehen sind, welche Düsen 16 zur Zuführung des Brennstoffs 6 zu dem Strom 5 tragen. Mittel zur Zuführung des Brennstoffs zu den Düsenrohren 15 sind der Übersicht halber wiederum nicht dargestellt. Die Düsen 16 müssen nicht alle gleich groß untereinander sein; siehe dazu die Ausführungen zu den Düsen 11 und 12 in Figur 1.

Figur 4 zeigt einen Querschnitt durch eine bevorzugte Weiterentwicklung, bei der mehrere Alternativen für das Mittel zur Verzögerung eines Teils des Stroms erkennbar sind. Außer den bereits erwähnten Stäben 13 sind dies ein Lochblech 17 sowie ein aus Draht oder dergleichen bestehendes Gewebe 18 (wobei das eigentliche Gewebe nur teilweise dargestellt ist). Unter diesen Mitteln 13, 17 und 18 sichtbar sind die Leitschaufeln 9, die sich zwischen dem Innenkörper 2 und dem Außenkörper 3

12

erstrecken. Beim Ausführungsbeispiel gemäß Figur 4 ist von Bedeutung, daß die Verzögerung des radial außen liegenden Teils des Stroms 5 (siehe dazu Figur 1) in einer bezüglich der Achse 1 kreissymmetrischen Weise erfolgt. Der aus der Vorrichtung gemäß Figur 4 entlassene Strom hat also einen radial außen liegenden Teil, welcher gleichmäßig gegenüber anderen Teilen des Stroms 5 verzögert ist. Die damit und dadurch erzielbaren Wirkungen sind vorstehend bereits eingehend erläutert worden, worauf hiermit verwiesen wird.

10

Zu Figur 4 ist anzumerken, daß die dargestellten Mittel zur Verzögerung, insbesondere die Stäbe 13, selbstverständlich keine Anordnung bilden, die im strengsten mathematischen Sinne kreissymmetrisch ist, also eine kontinuierliche Symmetriegruppe aufweist. Jedoch ist zu bedenken, daß jeder der Stäbe 13 gewisse lokale Störungen, insbesondere Turbulenzen, in dem Strom 5 erzeugt, die aber innerhalb einer eher kurzen Distanz hinter dem jeweiligen Stab 13 abgeklungen sind. Jenseits einer gewissen Distanz hinter der Anordnung der Stäbe 13 homogenisiert der Strom 5 sich wieder und behält lediglich Eigenschaften, die bezüglich der Achse 1 effektiv kreissymmetrisch verteilt sind. Bei einer tatsächlichen Realisierung der Erfindung im Sinne des Ausführungsbeispiels gemäß Figur 4 mit Stäben 13, wobei entsprechende Erwägungen selbstverständlich für Lochbleche 17 und Siebe 18 gelten, ist also die Anzahl und Geometrie der Stäbe 13 anhand der aerodynamischen Gegebenheiten der zu realisierenden Vorrichtung zu wählen; entsprechende Kenntnisse und Mittel stehen den einschlägig bewanderten und tätigen Personen zu Gebote.

30

Figur 5 zeigt einen Querschnitt durch eine zweite bevorzugte Weiterentwicklung, bei der das Mittel zur Verzögerung im Gegensatz zum Ausführungsbeispiel gemäß Figur 4 bezüglich der Achse 1 nicht kreissymmetrisch, sondern gebrochen symmetrisch ausgeführt ist. Im Ausführungsbeispiel gemäß Figur 5 ist die

35

13

Symmetrie so weit gebrochen, daß eine diskrete, nämlich vierzählige, Symmetrie vorliegt. Die Anordnung der Stäbe 13 gemäß Figur 5 ist so gedacht, daß sie Unregelmäßigkeiten in dem Strom 5 erzeugt, die sich bis weit hinter die Stäbe 13 und
5 das Drallgitter 9 fortsetzen und auch nach dem Austritt aus der Vorrichtung noch vorhanden sind. Nach Austritt aus der Vorrichtung liegt dementsprechend in dem Strom 5 ein effektiv ungleichmäßiges Geschwindigkeitsfeld vor, welches ebenfalls die Bildung von Wirbeln, welche den Strom 5 umgeben könnten,
10 unterdrückt und somit zur gewünschten akustischen Stabilisierung einer in dem Strom 5 erzeugten Flamme dienen kann.

Alle Ausführungsformen der Erfindung sind von besonderer Bedeutung zur Verwendung in einer Gasturbine, um dort einen von
15 einem Verdichter bereitgestellten komprimierten Luftstrom durch Verbrennung eines Brennstoffs aufzuheizen, worauf der aufgeheizte Strom in einer Turbine entspannt wird. Ausgezeichnet ist die Erfindung insbesondere dadurch, daß sie einerseits lediglich passive Maßnahmen zur Stabilisierung einer
20 Verbrennung vorsieht und andererseits keine Abzweigung von Luft von derjenigen Luft, die ansonsten für die Verbrennung zur Verfügung steht, erfordert.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Verbrennung eines Brennstoffs (6) in Luft, umfassend:
 - 5 einen Ringkanal (4) zur Führung der Luft in einem bezüglich einer Achse (1) meridionalen Strom (5);
 - ein Drallgitter (9) zur Aufprägung eines Dralls (10) auf den Strom (5); und
 - ein Mittel (11,12,16) zur Einmischung des Brennstoffs (6) in
 - 10 den Strom (5) unter Bildung eines im wesentlichen homogenen Gemischs;
 - gekennzeichnet durch ein Mittel (13,17,18) zur Verzögerung eines bezüglich der Achse (1) radial außenliegenden Teils des Stroms (5) gegenüber anderen Teilen des Stroms
 - 15 (5).
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, bei der das Mittel (13, 17, 18) zur Verzögerung ein in dem Ringkanal (4) angeordneter und einen bezüglich der Achse (1) kreissymmetrisch ist.
- 20 3. Vorrichtung nach Anspruch 2, bei der das Mittel (13, 17, 18) zur Verzögerung ein in dem Ringkanal (4) angeordneter und einen bezüglich der Achse (1) radial außenliegenden Teil dess Ringkanals (4) überreichender Drosselring (13,17,18) ist.
- 25 4. Vorrichtung nach Anspruch 3, bei der der Drosselring (13,17,18) stromaufwärts des Drallgitters (9) angeordnet ist.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, bei der der Drosselring (13, 17, 18) gebildet ist aus gleichmäßig verteilten Drosselelementen (13, 17, 18).
- 30 6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 5, bei der der Drosselring (13,17,18) aus in dem Ringkanal (4) angeordneten
- 35 Stäben (13) gebildet ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 1, bei der das Mittel (13, 17, 18) zur Verzögerung bezüglich der Achse (1) gebrochen symmetrisch, insbesondere diskret symmetrisch, ist.
- 5
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, bei der das Mittel (13, 17, 18) gebildet ist aus ungleichmäßig um die Achse (1) verteilten Drosselementen (13, 17, 18), insbesondere Stäben (13).
- 10
9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der das Mittel (11, 12) zur Einmischung des Brennstoffs (6) eine Anordnung von Düsen (11, 12, 16) umfaßt.
- 15
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, bei der die Düsen (11, 12) in dem Drallgitter (9) angeordnet sind.
11. Vorrichtung nach Anspruch 9, bei der die Düsen (11, 12) in Leitschaufeln (9) des Drallgitters (9) angeordnet sind.
- 20
12. Verfahren zur Verbrennung eines Brennstoffs (6) in Luft, bei dem die Luft in einem eine Achse (1) umringenden, sich bezüglich der Achse (1) meridional und mit einem Drall (10) fortsetzenden Strom (5) bereitgestellt und im wesentlichen homogen mit Brennstoff (6) vermischt wird unter Bildung eines
- 25
- Gemisches, das zur Verbrennung des Brennstoffs (6) entzündet wird, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß vor der Entzündung ein bezüglich der Achse (1) radial außenliegender Teil des Stroms (5) gegenüber anderen Teilen des Stroms (5) verzögert wird.
- 30
13. Verfahren nach Anspruch 12, bei dem der radial außenliegende Teil des Stroms (5) bezüglich der Achse (1) kreissymmetrisch ist.

16

14. Verfahren nach Anspruch 12, bei dem der radial außenliegende Teil des Stroms (5) bezüglich der Achse (1) gebrochen symmetrisch ist.

3/4

BEST AVAILABLE COPY

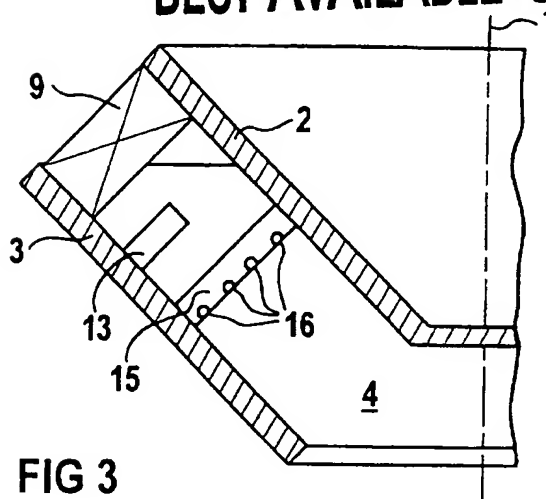


FIG 3

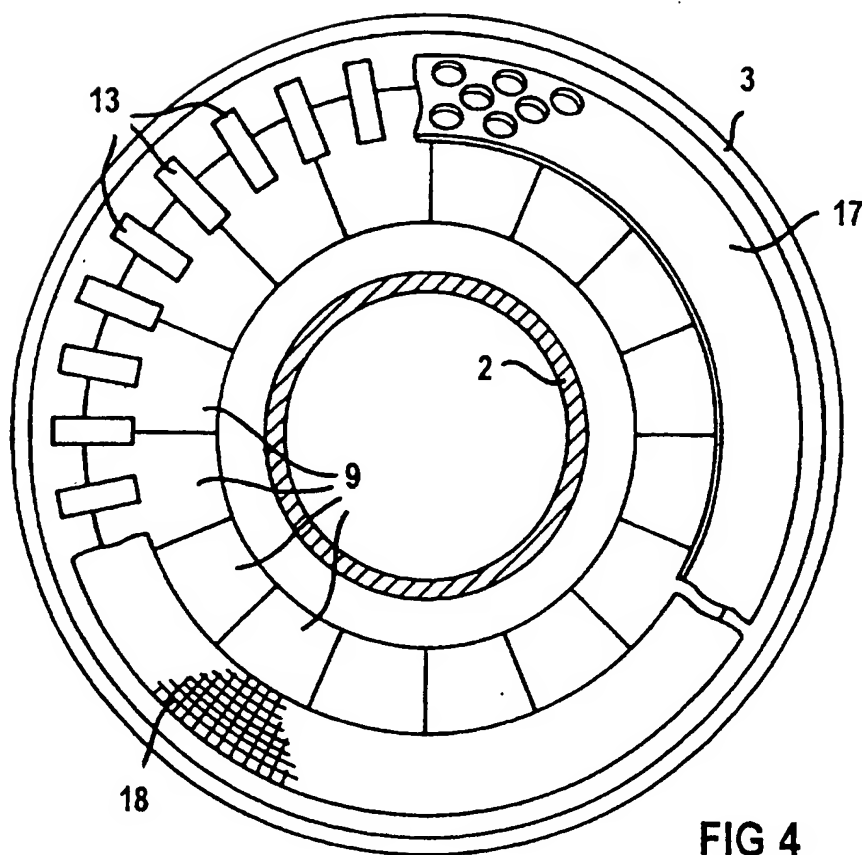


FIG 4

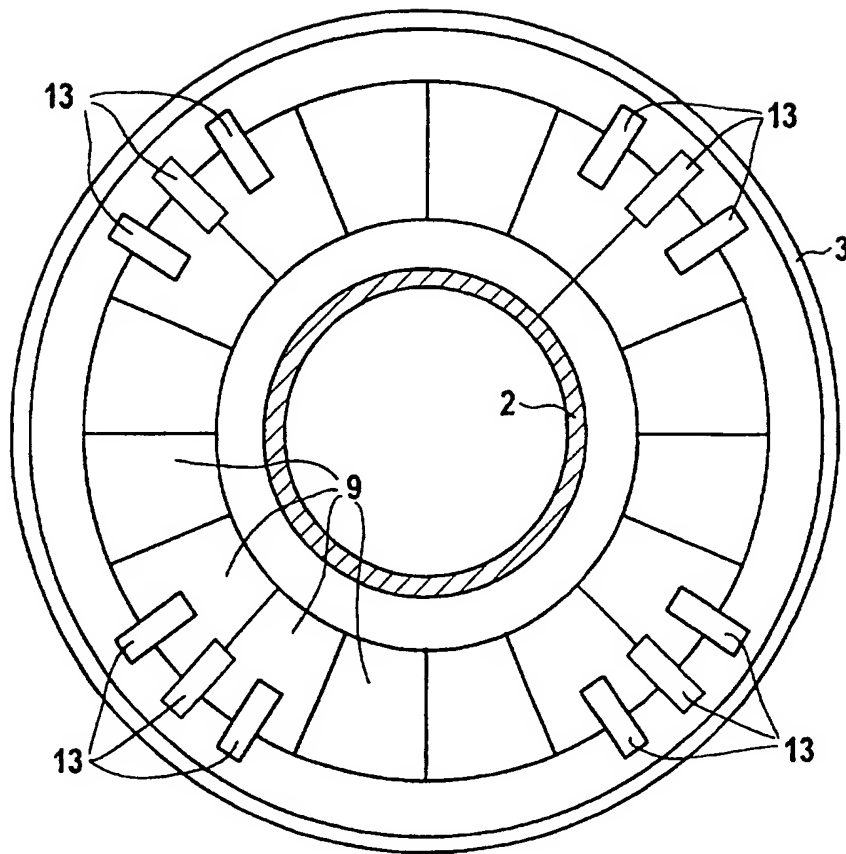


FIG 5

BEST AVAILABLE COPY